

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji
w trybie Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć
termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121),
wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808)

INWESTOR

Starostwo Powiatowe w Wyszkowie
07-200 Wyszków, al. Róż Nr 2

ADRES BUDYNKU

Internat I LO im. C. K. Norwida
w Wyszkowie
07-200 Wyszków, ul. 11 Listopada Nr 1

WYKONAWCA AUDYTU

mgr inż. Grzegorz Kotte
04-407 Warszawa, ul. Konwiskarska Nr 64

WARSZAWA, STYCZEŃ 2006r.

1. Strona tytułowa

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Obiekt zamieszkania zbiorowego – internat szkolny. Budynek czterokondygnacyjny z wydzielonym blokiem żywieniowym, częściowo podpiwniczony		1.2 Rok budowy ok. 1970
1.3 Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Starostwo Powiatowe w Wyszku 07-200 Wyszku, Al. Róż 2 tel./fax (029) 742 42 70 Województwo mazowieckie	1.4 Adres budynku	Internat I LO im. C. K. Norwida w Wyszku 07-200 Wyszku, ul. 11 listopada Nr 1 tel./fax (029) 742 46 22 Województwo mazowieckie
2. Nazwa i adres i numer REGON firmy wykonującej audyt:			
Grzegorz Kotte, ul. Konwisarska 64, 04-407 Warszawa, REGON 01318557			
3. Imię i nazwisko oraz adres oraz numer PESEL audytora koordynującego wykonanie audyt, posiadane kwalifikacje, podpis:			
mgr inż. Grzegorz Kotte zam. w Warszawie ul. Konwisarska 64; PESEL – 69121000414 Audyt energetyczny (KAPE 13/96), uprawnienia eksploatacyjne i dozоровe w branży elektrycznej, ciepłej i gazowej nr od 1243/SPE/Kr/2005 do 1248/SPE/Kr/2005			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
5. Miejscowość: Warszawa		Data wykonania opracowania: styczeń 2006 r.	
6. Spis treści:			
1.	Strona tytułowa		Str. 2
2.	Karta audytu energetycznego		Str. 3
3.	Materiały i dane do audytu		Str. 6
4.	Inwentaryzacja techniczna budynku		Str. 8
5.	Ocena stanu technicznego budynku		Str. 13
6.	Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych		Str. 17
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		Str. 22
8.	Opis optymalnego wariantu		Str. 42
9.	Załączniki		Str. 45

2. Karta audytu energetycznego budynku

1. Dane ogólne			
1.	Konstrukcja / technologia budynku	Murowana	
2.	Liczba kondygnacji naziemnych	1 do 4	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	9 797	
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	4 375	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej budynku [m ²]	2 305	
6.	Powierzchnia użytkowa pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	1 050	
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	<ul style="list-style-type: none"> • 200 osób zamieszkujących budynek • 40 osób personelu 	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	Grupowy węzeł cieplny	
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	Grupowy węzeł cieplny	
11.	Współczynnik A/V [1/m.]	0,51	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne [W/(m ² K)]		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Ściana zewnętrzna osłonowa	1,118	0,249
2.	Ściana zewnętrzna szczytowa	1,141	0,250
3.	Ściana zewnętrzna przy gruncie	1,092	1,092
4.	Stropodach wentylowany	1,360	0,218
5.	Podłoga na gruncie	0,519	0,519
6.	Podłoga nad nieogrzewaną piwnicą	1,206	1,206
7.	Okna komorowe dwuszybowe (stolarka tradycyjna)	3,50	1,70
8.	Okna i drzwi z szybami niskoemisyjnymi	1,70	1,70
3. Sprawności składowe systemu grzewczego			
1.	Sprawność wytwarzania	1,0	1,0
2.	Sprawność przesyłu	0,90	0,95
3.	Sprawność regulacji	0,832	0,852
4.	Sprawność wykorzystania	0,95	0,95

3. Sprawności składowe systemu grzewczego – c.d.			
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
7.	Sprawność całkowita	0,712	0,769
4. Strumień powietrza wentylacyjnego			
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna)	Wentylacja grawitacyjna	Wentylacja grawitacyjna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	Nieszczelności w stolarnie okiennej, kanały wentylacyjne	Rozszczelnienia w stolarnie okiennej, kanały wentylacyjne
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	8 427	6 260
4.	Liczba wymian [1/h]	0,86	0,64
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	0,2529	0,1100
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie c.w.u. [kW]	0,0570	0,0570
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	1 728,87	777,18
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	2 429,45	960,64
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	1 004,88	837,40
6.	Zamierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego i na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	Brak osobnego pomiaru ciepła dla budynku (realizowany jest wspólny pomiar ciepła na potrzeby całego zespołu dydaktycznego)	-

5. Charakterystyka energetyczna budynku – c.d.			
7.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>bez</u> uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	49,0	24,2
8.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ³ rok)]	68,9	29,9
9.	Wskaźniki sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/(m ² rok)]	201,1	102,2
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		Stan istniejący	Stan po termomodernizacji
1.	Cena 1 GJ na ogrzewanie, zł	31,92	31,92
2.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na m-c, zł	6 162,34	6 162,34
3.	Opłata za podgrzanie 1m ³ wody użytkowej, zł	9,26	9,26
4.	Opłata 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie c.w.u., zł	6 162,34	6 162,34
5.	Opłata za ogrzanie 1m ² powierzchni użytkowej na m-c, zł	-	-
6.	Opłata abonamentowa, zł/m-c	-	-
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu, zł	562 696,76	Miesięczna rata kredytu, zł/m-c	5 323,48
Oprocentowanie kredytu, %	8,50	Zmniejszenie zapotrzebowania na energię, %	47,6
Okres kredytowania, lata	10	Roczna oszczędność kosztów energii, zł/rok	62 789,71
Planowane koszty całkowite, zł	730 230,39	SPBT, rok	11,6

3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych

3.1 Podstawa merytoryczna:

Podjęcie decyzji inwestycyjnej polegającej na termomodernizacji budynku zamieszkania zbiorowego, jakim jest internat szkolny I Liceum Ogólnokształcącego im. C. K. Norwida w Wyszku.

3.2 Cel i zakres opracowania:

Zleceniodawca postawił jako główny cel:

- 3.2.1 Obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektu poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię cieplną,
- 3.2.2 Wskazanie uzasadnionych ekonomicznie rozwiązań wpływających na obniżenie zapotrzebowania budynku na ciepło,
- 3.2.3 Poprawa komfortu użytkownika obiektu,
- 3.2.4 Spłata środków na realizację inwestycji powinna być zrealizowana z oszczędności kosztów ogrzewania budynku.

Zleceniodawca określił następujące wytyczne dotyczące poprawy istniejącego stanu budynku:

- 3.2.5 Audyt powinien określić optymalny sposób ocieplenia ścian zewnętrznych i stropodachu oraz wymiany stolarki okiennej i drzwiowej w budynku, a także modernizacji instalacji wewnętrznej c.o. i c.w.u. – warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia,
- 3.2.6 Audyt nie powinien obejmować ocieplenia stropu nad piwnicą nieogrzewaną, a także montażu kolektorów słonecznych dla potrzeb przygotowania c.w.u.
- 3.2.7 Obniżenie kosztów eksploatacyjnych obiektu poprzez zastosowanie środków umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania budynku na energię cieplną.

3.3 Zadeklarowany maksymalny wkład własny na pokrycie kosztów termorenowacji:

Maksymalna wielkość środków własnych Inwestora, stanowiąca możliwy do zadeklarowania udział własny przeznaczony do pokrycia kosztów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wynosi 200 000,00 zł.

3.4 Materiały wyjściowe do opracowania:

- 3.4.1 Dokumentacja budynku przekazana do wglądu audytora
- 3.4.2 Informacje od użytkowników budynku oraz materiały zebrane w trakcie wizji lokalnej
- 3.4.3 Bazy danych programów komputerowych AUDYTOR OZC 3.0 i OWER
- 3.4.4 Obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego.

3.5 Załączniki do audytu:

- Załącznik nr 1 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Załącznik nr 2 – Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik nr 3 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła przed termorenowacją – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 4 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła po termorenowacji – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 5 – Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane techniczne

Budynek został wybudowany i oddany do użytku około roku 1970.

Obiekt składa się z dwóch części – noclegowej i bloku żywieniowego – połączonych łącznikiem.

Budynek bloku żywieniowego oraz łącznik są częściowo podpiwniczone. Na poziomie piwnic znajdują się pomieszczenia magazynowe i gospodarcze.

Podstawowe dane techniczne budynku:

- ilość klatek schodowych:	2
- ilość kondygnacji naziemnych:	3
- wysokość piwnicy:	2,2 m
- wysokość kondygnacji naziemnych:	2,8 m
- kubatura części ogrzewanej:	9 797 m ³
- suma powierzchni ogrzewalnej:	3 355 m ²
- powierzchnia netto obiektu:	4 953 m ²
- współczynnik kształtu budynku:	0,51 m ⁻¹

Nad najwyższą kondygnacją budynku znajduje się stropodach wentylowany.

4b. Uproszczona dokumentacja techniczna budynku

Plan sytuacyjny budynku został załączony do opracowania.

Pełna dokumentacja techniczna budynku znajduje się w posiadaniu Inwestora.

4c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Konstrukcja budynku

Ściany zewnętrzne osłonowe wykonane z bloczków gazobetonowych grubości 24 cm.

Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.

Ściany zewnętrzne szczytowe wykonane z cegły ceramicznej pełnej ocieplonej od wewnątrz bloczkami gazobetonowymi grubości 12 cm. Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.

Ściany przylegające do gruntu wykonane z cegły kratówki o grubości 36 cm. Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm., po stronie zewnętrznej przegroda jest zaizolowana przed wpływem wilgoci za pomocą lepiku.

Ściany konstrukcyjne bez rażących uszkodzeń. Stwierdzono fragmentaryczne ślady przemarzania ścian zewnętrznych szczytowych. Spękane tynki zewnętrzne.

Cokół otynkowany z licznymi uszkodzeniami. Opaska wokół budynku kwalifikuje się do przekładki i uzupełnienia. Elewacja zewnętrzna z licznymi śladami zacieków, pęknięć i zabrudzeń na całej powierzchni kwalifikuje się do całkowitej naprawy.

W budynku głównym strop żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DZ-3 grubości 23 cm wg KB1-31.5.1 oparty na wewnętrznych ściankach kanałowych oraz nadprożach w ścianach zewnętrznych. Izolację termiczną stropu nad najwyższą kondygnacją stanowi warstwa płyty pilśniowej o grubości 1,8 cm, na której ułożono warstwę keramzytu o grubości 10 cm przykrytą wylewką betonową o grubości 2 cm.

Dach dwuspadowy z płyt korytkowych kryty papą asfaltową. Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach. Ze względu na zły stan techniczny izolacji przeciwwilgociowej i fragmentaryczne uszkodzenia płyt korytkowych można przypuszczać, że izolacja termiczna jest w złym stanie technicznym – w celu potwierdzenia należy dokonać niezbędnych odkrywek.

Nad blokiem żywieniowym znajduje się dach z płytek korytkowych, kryty podwójną warstwą papy na lepiku. Izolację termiczną stropu stanowi warstwa płyty pilśniowej o grubości 1,8 cm, na której ułożono warstwę keramzytu o grubości 15 cm przykrytą wylewką betonową o grubości 3 cm. Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach.

Rynny spustowe z blachy ocynkowanej w dobrym stanie technicznym. Obróbki blacharskie murków ogniowych z blachy ocynkowanej kwalifikują się do naprawy i konserwacji. Rynny i pasy podrynnowe z licznymi śladami korozji kwalifikują się do konserwacji lub naprawy.

Stolarka okienna i drzwiowa

Stolarka okienna i drzwiowa znajdująca się w budynku głównym od strony południowej została wymieniona na nową, z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, i znajduje się w bardzo dobrym stanie technicznym.

Pozostała stolarka okienna i drzwiowa w budynku drewniana, z oknami skrzynkowymi dwuszybowymi z luzem wrębowym do 5mm, będące w ogólnie złym stanie technicznym.

Okna były poddawane jedynie bieżącym konserwacjom i powodują nadmierną infiltrację powietrza powodującą wyziębianie pomieszczeń.

Ze względu na wysokie współczynniki przenikania stolarka powoduje również duże straty ciepła przez przenikanie.

4d. Charakterystyka energetyczna budynku

Źródłem ciepła dla budynku jest węzeł grupowy znajdujący się w budynku internatu, który jest zasilany w ciepło z sieci wodnej wysokoparametrowej PEC Sp. z o.o. w Wyszku.

Od 1 listopada 2005 roku koszt zakupu ciepła z uwzględnieniem podatku VAT wynosi:

- opłata stała: 6 162,34 zł/MW/m-c
- opłata zmienna: 31,92 zł/GJ

Roczny koszt ogrzewania budynku zgodnie z taryfą obowiązującą w dniu sporządzania audytu, z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	31,92
Om	zł/MW*m-c	6 162,34
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu i przerwami w ogrzewaniu w standardowym sezonie grzewczym	GJ/a	2 429,45
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)	MW	0,2529
Opłata roczna zmienna	zł/rok	77 536,42
Opłata roczna stała	zł/rok	18 701,48
Roczny koszt ogrzewania w sezonie standardowym	zł/rok	96 237,89

Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej dla użytkowników budynku, zgodnie z taryfą obowiązującą w dniu sporządzania audytu i z uwzględnieniem obowiązującego podatku VAT równego 22%, wynosi:

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Oz	zł/GJ	31,92
Om	zł/MW*m-c	6 162,34
Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej	GJ/a	1 004,88
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną	MW	0,0570
Opłata roczna zmienna	zł/rok	32 070,95
Opłata roczna stała	zł/rok	4 214,28
Roczny koszt przygotowania c.w.u.	zł/rok	36 285,23

4e. Charakterystyka systemu grzewczego

Węzeł cieplny wyposażony jest w wymienniki ciepłe typu JAD pracujące na c.o. i przygotowanie c.w.u. Węzeł wyposażony jest w automatykę pogodową, brak jest natomiast regulacji temperatury czynnika grzewczego na poszczególnych obiegach.

Instalacja wewnętrzna 90/70 °C, tradycyjna, z rozdziałem dolnym, wykonana z rur stalowych czarnych wg PN-80/H-24244.

Grzejniki żeliwne z zaworem odcinającym skośnym oraz przewody rozprzewadzające i gałzki w złym stanie technicznym – wymagana jest wymiana instalacji wewnętrznej c.o.

Sprawności składowe instalacji c.o. podano w rozdziale 7.3.

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło dla budynku wykonano programem Audytor OZC 3.0.

Pozycja	Jedn.	Wartość
1	2	3
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z dokumentacją projektową)	MW	-
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną (zgodnie z programem Audytor OZC)	MW	0,2529
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym <u>bez</u> uwzględnienia sprawności systemu	GJ/a	1 728,87
Ogólna sprawność ogrzewania	%	71,2%
Obniżenie nocne	%	100%
Obniżenie tygodniowe	%	100%
Sezonowe zapotrzebowanie na moc cieplną w standardowym sezonie grzewczym <u>z</u> uwzględnieniem sprawności systemu	GJ/a	2 429,45

Ze względu na brak osobnego pomiaru w grupowym węźle na przewodzie zasilającym internat, nie istnieje możliwość określenia rzeczywistego zapotrzebowania budynku na potrzeby c.o.

4f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Ciepła woda użytkowa wytwarzana jest w grupowym węźle cieplnym zlokalizowanym w budynku internatu.

Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem. Orurowanie w dobrym stanie technicznym.

Obliczenie zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową przeprowadzono w Załączniku nr 1 do audytu.

4g. Charakterystyka systemu wentylacji

Wentylacja pomieszczeń sanitarnych realizowana jest grawitacyjnie poprzez kratki wywiewne usytuowane w kanałach wywiewnych.

Nawiew powietrza jest realizowany za pomocą naturalnej infiltracji spowodowanej nieszczelnościami w istniejącej stolarnie okiennej i drzwiowej.

Opis systemu wentylacji i obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego przedstawiono w Załączniku nr 2 do audytu.

4h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku

Charakterystyka węzła cieplnego została przedstawiona w rozdziale 4e i 4f.

4i. Charakterystyka instalacji gazowej i przewodów kominowych (gdy ma wpływ na usprawnienie lub przedsięwzięcie termomodernizacyjne)

nie dotyczy.

4j. Charakterystyka instalacji elektrycznej (gdy ma wpływ na usprawnienie lub przedsięwzięcie termomodernizacyjne)

nie dotyczy.

5. Ocena stanu technicznego budynku w zakresie istotnym dla wskazania właściwych usprawnień termomodernizacyjnych

W trakcie wizji lokalnej i rozmów z przedstawicielami Zamawiającego stwierdzono co następuje:

5.1 Ocena izolacyjności przegród zewnętrznych budynku

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1.	<p><u>Ściany zewnętrzne</u></p> <p>Ściany osłonowe z bloczków gazobetonowych grubości 24 cm, ściany szczytowe – z cegły pełnej grubości 24 cm ocieplonej bloczkami gazobetonowymi grubości 12 cm.</p> <p>Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm.</p> <p>Ogólny stan techniczny przegród dobry, na części elewacji widoczne są fragmentaryczne ubytki i spękania.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi odpowiednio $U = 1,118 \text{ W/m}^2\text{K}$ i $U = 1,141 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem styropianu jako materiału izolacyjnego.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
2.	<p><u>Ściany zewnętrzne przylegające do gruntu</u></p> <p>Ściany z cegły pełnej o grubości 36 cm.</p> <p>Tynk cementowo-wapienny od strony wewnętrznej i zewnętrznej grubości 1,5 cm, po stronie zewnętrznej przegroda jest zaizolowana przed wpływem wilgoci za pomocą lepiku.</p> <p>Ogólny stan techniczny przegród dobry, ale widoczne są ślady przemarzania oraz przenikania wilgoci do budynku, co świadczy o niedostatecznej izolacji termicznej i przeciwwilgociowej przegrody.</p> <p>Opaska wokół łącznika do przełożenia.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,092 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego nie określa minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych przylegających do gruntu.</p> <p>Zgodnie z oświadczeniem inwestora nie należy analizować ocieplenia tej przegrody.</p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
3.	<p><u>Stropodach wentylowany</u></p> <p>Strop żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DZ-3 grubości 23 cm wg KB1-31.5.1 oparty na wewnętrznych ściankach kanałowych oraz nadprożach w ścianach zewnętrznych. Izolację termiczną stropu nad najwyższą kondygnacją stanowi warstwa trzciny o grubości około 2 cm.</p> <p>Dach dwuspadowy z płyt korytkowych kryty papą asfaltową. Pokrycie dachowe stare, wyeksploatowane, z licznymi drobnymi odparzeniami i rozszczelnieniami na złączach.</p> <p>Ze względu na zły stan techniczny izolacji przeciwwilgociowej i fragmentaryczne uszkodzenia płyt korytkowych można przypuszczać, że izolacja termiczna jest w złym stanie technicznym – w celu potwierdzenia należy dokonać niezbędnych odkrywek.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,360 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez umieszczenie w przestrzeni stropodachu ekofibru lub granulowanej wełny mineralnej.</p> <p>Równocześnie w celu odtworzenia należytej izolacji przeciwwilgociowej ochraniającą izolację termiczną przed zawilgoceniem, niezbędny jest remont dachu polegający na demontażu istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej, naprawieniu płyt korytkowych oraz zamurowaniu otworów służących do umieszczenia w przestrzeni stropodachu izolacji termicznej oraz ułożeniu izolacji przeciwwilgociowej składającej się z papy podkładowej i wierzchniej warstwy papy termozgrzewalnej.</p> <p>Warunkiem jest opłacalność ekonomiczna przedsięwzięcia.</p> <p>Wymagana maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła $U = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
4.	<p><u>Strop nad piwnicą nieogrzewaną</u></p> <p>Strop żelbetowy prefabrykowany wielokanałowy typu DZ-3 grubości 23 cm wg KB1-31.5.1.</p> <p>Izolację termiczną stropu stanowi warstwa płyty pilśniowej o grubości około 2 cm.</p> <p>Rzeczywista wartość współczynnika przenikania przegrody wynosi $U = 1,206 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>	<p>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2005 roku w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego nie określa minimalnej wartości oporu cieplnego dla ścian zewnętrznych przylegających do gruntu.</p> <p>Zgodnie z oświadczeniem inwestora nie należy analizować ocieplenia tej przegrody.</p>

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
5.	<p><u>Stolarka okienna i drzwiowa</u></p> <p>Stolarka okienna i drzwiowa znajdująca się w budynku głównym od strony południowej została wymieniona na nową, z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, i znajduje się w bardzo dobrym stanie technicznym.</p> <p>Pozostała stolarka okienna i drzwiowa w budynku drewniana, z oknami skrzynkowymi dwuszybowymi z luzem wrębowym do 5mm, będące w ogólnie złym stanie technicznym.</p> <p>Okna były poddawane jedynie bieżącym konserwacjom i powodują nadmierną infiltrację powietrza powodującą wyziębianie pomieszczeń.</p> <p>Ze względu na wysokie współczynniki przenikania stolarka powoduje również duże straty ciepła przez przenikanie.</p>	<p>Niewystarczająca wartość izolacyjności przegrody zewnętrznej.</p> <p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę okien dwuszybowych skrzynkowych na niskoemisyjne z szybą zespoloną nawiązujące kształtem do istniejących okien.</p> <p>W sypialniach z nowymi oknami należy zainstalować nawiewniki automatyczne.</p> <p>Istniejące tradycyjne drzwi wejściowe do budynku zastąpić nowymi drzwiami o obniżonym współczynniku przenikania ciepła.</p> <p>Wymagana wartość współczynnika przenikania ciepła dla szyby – $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, dla całego okna i dla drzwi – $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>
<p>Uwaga:</p> <p>-</p>		

5.2 Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznych

LP	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
6.	<p><u>Węzeł cieplny i instalacja grzewcza c.o.</u></p> <p>Węzeł cieplny wyposażony jest w wymienniki ciepłe typu JAD pracujące na c.o. i przygotowanie c.w.u. Węzeł wyposażony jest w automatykę pogodową, brak jest natomiast regulacji temperatury czynnika grzewczego na poszczególnych obiegach.</p> <p>Instalacja wewnętrzna 90/70 °C, tradycyjna, z rozdziałem dolnym, wykonana z rur stalowych czarnych wg PN-80/H-24244.</p> <p>Grzejniki żeliwne z zaworem odcinającym skośnym oraz przewody rozprowadzające i gałzki w wymaga płukania chemicznego.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny, węzeł cieplny i instalacja wewnętrzna c.o. wymagają gruntownej modernizacji.</p> <p>W jej skład powinna wejść:</p> <ul style="list-style-type: none">- modernizacja węzła ciepłowniczego polegająca na montaż układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach- dostawa i montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych- dostawa i montaż odpowietrzników automatycznych na najwyższej kondygnacji- płukanie chemiczne grzejników i orurowania instalacji wewnętrznej c.o. w budynku.
7.	<p><u>Instalacja c.w.u.</u></p> <p>Brak jest możliwości opomiarowania ilości c.w.u. zużywanej w budynku szkoły.</p> <p>Instalacja wewnętrzna z rur stalowych instalacyjnych ocynkowanych ze szwem w dobrym stanie technicznym.</p>	<p>Ze względu na wiek i stan techniczny, instalacja wewnętrzna c.w.u. nie wymaga gruntownej modernizacji.</p> <p>Proponuje się natomiast montaż układu sterowania czasowego pompy obiegowej c.w.u.</p>
<p>Uwaga:</p> <p>Ze względu na brak poboru ciepłej wody użytkowej w okresie największego nasłonecznienia, nie analizuje się rozwiązania polegającego na zainstalowaniu kolektorów słonecznych.</p>		

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego budynku.

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku	<p>Ocieplenie ścian zewnętrznych należy zrealizować metodą moką lekką z wykorzystaniem jako izolacji termicznej styropianu o obniżonym współczynniku przenikania ciepła ($U = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$), np. Termo-$\lambda$ firmy Termo-Organika.</p> <p>Przy gruncie wykonać izolację termiczną ze styropianu odpornego na działanie wilgoci.</p> <p>W celu uniknięcia powstawania mostków cieplnych, elementy dekoracyjne oraz ościeża drzwi i okien należy ocieplić styropianem jw. o grubości 2 cm.</p> <p>Płyty styropianowe ułożyć z wykorzystaniem łączenia typu pióro-wpust, lub w przypadku użycia dwóch płyt styropianowych – na zakładkę.</p> <p><u>Wymagania dotyczące nanoszenia zaprawy klejowej i mocowania styropianu:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Podłoże powinno być trwałe, czyste, nośne i wolne od zgorzelin, wykwitów i odspojen. W zależności od stanu podłoża przeprowadzić czyszczenie i/lub gruntowanie. Przygotowanie podłoża – zgodnie z projektem budowlanym i zaleceniami producenta. • Nanoszenie masy klejowej ręcznie lub maszynowo na ścianę lub płytę styropianową – pacą, pacą zębatą lub maszynowo; przy nanoszeniu na ścianę – klej musi pokrywać > 60% powierzchni płyty, a przy nanoszeniu na płytę – klej musi pokrywać > 40% jej powierzchni. • Kołkowanie zalecane jest, gdy istnieje obawa, że małe powierzchnie nośne w podłożu nie są w pełni nośne, lub gdy czas oczekiwania gotowości płyty do przeszlifowania ma być skrócony – zdarza się to wtedy, gdy klejenie następuje na słabo wchłaniających podłożach. • W przypadku stosowania kołków należy zastosować następujące czynności: <ul style="list-style-type: none"> ▪ płyty przykleić i osadzić kołki termoizolacyjne, ▪ kołki rozmieścić zgodnie z wytycznymi producenta, ▪ powierzchnię kołka zlicować z powierzchnią styropianu, ▪ odczekać do czasu związania kleju, ▪ uskoki pomiędzy płytami izolacyjnymi oszlifować. • Stosować urządzenia pochłaniające pył przy szlifowaniu. Po oszlifowaniu powierzchnię styropianu odkurzyć. • Wszystkie płyty muszą być dociśnięte na całkowity styk – ewentualne ubytki lub otwarte spoiny powinny być zamknięte pianką wypełniającą lub paskami materiału izolacyjnego • Minimalna temperatura obróbki i podłoża: + 5°C.

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne budynku – c.d.	<p><u>Wykonanie izolacji ścian zewnętrznych – nanoszenie masy klejącej i wykonanie warstwy zbrojącej</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Podłoże powinno być równe, trwałe, czyste i nośne. Przed użyciem sprawdzić nośność istniejących powłok. Nienośne powłoki usunąć. • W mokrą masę zbrojącą wtopić (wmasować) siatkę z włókna szklanego. Masę przenikającą przez siatkę natychmiast równo wyspachlować. • Siatka musi być całkowicie okryta masą zbrojącą. • Paski siatki układać na zakład o szerokości nie mniejszej niż 10 cm • Na narożnikach przy otworach okiennych i drzwiowych powstają zwiększone naprężenia, które mogą spowodować powstawanie rys – w celu zapobieżenia zastosować pod podstawowym uzbrojeniem paski siatki ułożone po przekątnej • Na całej wysokości narożników kątowych oraz na całej długości budynku do wysokości 2 m licząc od poziomu terenu zaleca się zastosowanie podwójnej warstwy siatki w celu wzmocnienia warstwy zewnętrznej przed uszkodzeniami – rozwiązanie skonsultować z dostawcą systemu • Minimalna temperatura obróbki i podłoża: + 5°C. • Nanoszenie pacą ze stali nierdzewnej lub maszynowo • Warunki składowania: chronić przed mrozem. • Przy temperaturze powyżej 35 °C nie wystawiać na bezpośrednie działanie słońca. <p><u>Wykonanie izolacji ścian zewnętrznych – nanoszenie masy tynkarskiej</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Podłoże powinno być trwałe, czyste, nośne i wolne od zgorzelin, wykwitów i odspojień. W zależności od stanu podłoża przeprowadzić czyszczenie i/lub gruntowanie. • Minimalna temperatura obróbki i podłoża: + 5°C. • Nanoszenie równomierne pacą ze stali nierdzewnej na grubość ziarna lub mechaniczne za pomocą dostępnych urządzeń do nanoszenia tynku drobnoziarnistego • Strukturowanie pacą z utwardzonego tworzywa lub pacą styropianową. • Warunki składowania: chronić przed mrozem.

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną	<p>Należy przewidzieć ocieplenie przegrody poprzez wymianę okien dwuszybowych na niskoemisyjne z szybą zespoloną, nawiązujące kształtem do istniejących okien.</p> <p>Zgodnie z wymaganiami Inwestora stolarka okienna powinna być wykonana z PCV.</p> <p><u>Przygotowanie ościeży</u></p> <p>Przed ustawieniem okna trzeba odpowiednio przygotować ościeża, zwłaszcza gdy do uszczelniania mają być użyte silikony lub samoprzylepne taśmy izolacyjne. Powierzchnia ościeża powinna być równa, gładka i dokładnie oczyszczona.</p> <p><u>Ustawienie okna w ościeżach</u></p> <p>Okno w ościeżach trzeba ustawić tak, aby luz po bokach i na górze ościeżnicy był taki sam, a luz na dole był większy, gdyż powinien umożliwiać zamontowanie podokienników zewnętrznego i wewnętrznego.</p> <p>W ościeżach z węgarkiem ościeżnica okna nie powinna przylegać do węgaraka: odległość pomiędzy nimi trzeba dostosować do przewidzianego sposobu uszczelnienia. Próg ościeżnicy okna opiera się na klockach lub belce.</p> <p>Szerokość elementów podporowych powinna być mniejsza od wymiarów progu ościeżnicy, tak by zostało miejsce na uszczelnienie. Jeżeli okno trzeba będzie ustawić bezpośrednio nad warstwą ocieplenia dochodzącą do krawędzi ościeża, można je oprzeć na kątowniku. Kątownik musi być odizolowany od muru i podokiennika.</p> <p>Ościeżnicę ustawia się w poziomie i w pionie, a następnie unieruchamia klinami w ościeżach na czas mocowania do ściany. Aby nie zniekształcić elementów ościeżnicy, kliny można wkładać tylko przy narożach, słupkach i ślemionach.</p> <p>Złe ułożenie klinów i niewłaściwe zamocowanie okna może spowodować odkształcenia ościeżnicy: wygięcie, przekoszenie (gdy przekątne okna mają różne długości) lub zwichrowanie (gdy nie wszystkie naroża okna leżą w jednej płaszczyźnie).</p> <p><u>Mocowanie okna w ścianie</u></p> <p>Obciążenia, które działają na okno, są przekazywane na ściany domu za pośrednictwem elementów mocujących ościeżnicę w ościeżach. Dlatego też mocowanie to musi być wytrzymałe, gdyż inaczej pod obciążeniem – na przykład pod działaniem sił parcia i ssania wiatru – okno mogłoby wypaść ze ściany. Mocowanie powinno być też trwałe, by nie uległo osłabieniu po latach użytkowania.</p>

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez stolarkę okienną – c.d.	<p><u>Rozmieszczenie i liczba punktów mocowania.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Okno powinno być zamocowane w odległości 10-15 cm (mierzonej w świetle ościeżnicy) od każdego naroża ościeżnicy, słupka i śłemia; • Odległość między punktami mocowania nie powinna być większa niż 80 cm dla okien drewnianych i aluminiowych oraz 70 cm dla okien tworzywowych. • Okna mocuje się w ścianie kotwami stalowymi, śrubami lub tulejami. • Wszystkie metalowe elementy stosowane do mocowania ościeżnicy powinny być zabezpieczone antykorozyjnie. • Kotwy nie są elementami uniwersalnymi, powinny więc być odpowiednio dobrane do kształtu profilu ościeżnicy od strony muru i zamocowane do niej jeszcze przed ustawieniem okna w ościeżu. Dopiero wtedy, gdy ościeżnica jest już zaklinowana, kotwy mocuje się do ściany. • Okno osadzone w płaszczyźnie ocieplenia ściany może być zamocowane tylko kotwami. Takie mocowanie warto stosować również w innych wypadkach, ponieważ zmniejsza ryzyko zdeformowania ościeżnicy. • Po zamocowaniu usuwa się kliny montażowe i zakłada skrzydła okna, tak by mogły się swobodnie otwierać i zamykać. Ustawienie skrzydeł w ościeżnicy reguluje się okuciami. <p><u>Montaż nawiewników</u></p> <p>Nawiewniki montuje się w górnej części stolarki okiennej. W tym celu należy wykonać otwór w przylgach okiennych (okna PVC) lub w stolarce skrzydła (okna drewniane). Należy zwrócić uwagę aby wylot nawiewnika był skierowany do góry. Od zewnątrz otwory przysłaniaamy okapem, przykręcając go za pomocą wkrętów.</p> <p>W zależności od wyniku analizy ekonomicznej, proponuje się zastosowanie nawiewników okiennych ciśnieniowych typ AMI lub higrostatycznych typ EMM707 (ew. EHA) – podano na przykładzie firmy Aereco.</p> <p>Zastosowane materiały i urządzenia powinny posiadać ważną deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą albo – w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy – z Aprobata Techniczną.</p> <p>Wymagana wartość współczynnika przenikania ciepła dla szyby – $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, dla całego okna i dla drzwi – $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p>

Lp.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
3.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez strop nad najwyższą kondygnacją	<p>Ocieplenie stropu nad najwyższą kondygnacją budynku – należy przewidzieć ułożenie w przestrzeni wentylowanej stropodachu granulowanej wełny mineralnej (alternatywnie ekofibr).</p> <p>Nad salą konferencyjną zaleca się wykonanie ocieplenia z płyt styropianowych pokrytych jednostronnie warstwą bitumiczną ułożonych na powierzchni istniejącego stropu.</p> <p>Na dachu budynku należy usunąć istniejącą izolację przeciwwilgociową z papy na lepiku, wykonać remont uszkodzonych fragmentów stropodachu, oraz ułożyć nową warstwę izolacji przeciwwilgociowej z papy termozgrzewalnej.</p> <p>Zastosowane materiały powinny posiadać ważną deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą albo – w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy – z Aprobata Techniczną.</p>
4.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez wzrost sprawności instalacji centralnego ogrzewania	<p>Proponuje się realizację następujących działań</p> <ul style="list-style-type: none"> • modernizacja węzła ciepłowniczego polegająca na montaż układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach • dostawa i montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych • dostawa i montaż odpowietrzników automatycznych na najwyższej kondygnacji • płukanie chemiczne grzejników i orurowania instalacji wewnętrznej c.o. w budynku. <p>Zastosowane materiały i urządzenia powinny posiadać ważną deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą albo – w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy – z Aprobata Techniczną.</p>
5.	Zmniejszenie strat ciepła poprzez wzrost sprawności instalacji ciepłej wody użytkowej	<p>W celu zwiększenia sprawności przesyłu w instalacji ciepłej wody użytkowej należy zainstalować nową pompę cyrkulacyjną c.w.u. sterowaną czasowo, ewentualnie układ sterowania czasowego do istniejących pomp cyrkulacyjnych.</p> <p>Zastosowane materiały i urządzenia powinny posiadać ważną deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą albo – w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy – z Aprobata Techniczną.</p>
<p>Uwaga:</p> <p>-</p>		

7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.1 Dane do obliczeń

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

Symbol	Objaśnienie	Jednostka	Wartość aktualna	Wartość po termomodernizacji
1	2	3	4	5
t_{wo}	obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego (uśredniona dla całej kubatury ogrzewanej budynku)	[°C]	+18,0	+18,0
t_{to}	obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego	[°C]	-20,0	-20,0
Sd	liczba stopniodni	[dzień*K/rok]	3 885	3 885
O_{0z}, O_{1z}	opłata brutto za zużycie 1 GJ określana przez dostawcę ciepła lub koszt produkcji 1 GJ	[zł/GJ]	31,92	31,92
O_{0m}, O_{1m}	opłata brutto za 1MW mocy zamówionej określana przez dostawcę ciepła, lub odpowiadająca kosztom stałym ponoszonym przez właściciela	[zł/(MW*m-c)]	6 162,34	6 162,34
Ab_1, Ab_2	opłata abonamentowa brutto	[zł/m-c]	-	-

Do wykonania obliczeń zapotrzebowania na ciepło skorzystano z danych klimatycznych dla stacji aktywności w Warszawie jako znajdującej się najbliższej lokalizacji analizowanego budynku.

Koszt ogrzewania przyjęto na podstawie taryfy dla ciepła Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Wyszku obowiązującej od 1 listopada 2005 roku.

7.2.1 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Ściany zewnętrzne osłonowe budynku				
Powierzchnia łączna przegrody: $A = 1\,357,2\text{ m}^2$		SPBT = $N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata]				
Materiał izolacyjny: styropian o obniżonym współczynniku przenikania ciepła – np. Termo- λ firmy Termo-Organika ($\lambda = 0,032\text{ W/mK}$)		gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,09	0,10	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	2,81	3,13	3,44
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,894	3,707	4,019	4,332
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,118	0,270	0,249	0,231
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	509,32	122,89	113,34	105,16
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0577	0,0139	0,0128	0,0119
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	15 567,83	15 952,75	16 282,14
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ m^2	-	152,50	158,60	164,70
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	206 973,00	215 251,92	223 530,84
10	SPBT	lata	-	13,29	13,49	13,73
Opis zastosowanej metody:						
<p>Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności ścian zewnętrznych jest ich ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem warstwy izolacyjnej, jaką jest styropian o współczynniku ciepła</p> <p>Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego $R \geq 4,00\text{ m}^2\text{K/W}$ osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 10 cm.</p>						
Wartość N_u przyjęto na podstawie:						
Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w IV kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych oraz materiały firmy Termo-Organika						

7.2.2 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Ściany zewnętrzne szczytowe budynku				
Powierzchnia łączna przegrody: $A = 341,5 \text{ m}^2$		SPBT = $N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata]				
Materiał izolacyjny: styropian o obniżonym współczynniku przenikania ciepła – np. Termo- λ firmy Termo-Organika ($\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$)		gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,09	0,10	0,11
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	2,81	3,13	3,44
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,876	3,689	4,001	4,314
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,141	0,271	0,250	0,232
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	130,79	31,07	28,65	26,57
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0148	0,0035	0,0032	0,0030
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	4 017,32	4 115,08	4 198,69
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/ m^2	-	152,50	158,60	164,70
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	52 078,75	54 161,90	56 245,05
10	SPBT	lata	-	12,96	13,16	13,40
Opis zastosowanej metody:						
<p>Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności ścian zewnętrznych jest ich ocieplenie metodą moką lekką z wykorzystaniem warstwy izolacyjnej, jaką jest styropian o współczynniku ciepła</p> <p>Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego $R \geq 4,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 10 cm.</p>						
Wartość N_u przyjęto na podstawie:						
Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w IV kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych oraz materiały firmy Termo-Organika						

7.2.3 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stropodach wentylowany				
Powierzchnia łączna przegrody:	$A = 1\,346,9\text{ m}^2$	$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata] gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Materiał izolacyjny:	Wełna mineralna luzem w stropie poddasza $(\lambda = 0,052\text{ W/mK})$					
Lp	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej, g	m	-	0,18	0,20	0,22
2	Zwiększenie oporu cieplnego, ΔR	$\text{m}^2\text{K/W}$	-	3,462	3,846	4,231
3	Opór cieplny, R	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,735	4,197	4,581	4,966
4	Współczynnik przenikania, U	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,360	0,238	0,218	0,201
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	614,86	107,73	98,68	91,04
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,070	0,012	0,011	0,010
7	Roczna oszczędność kosztów, ΔQ_r	zł/a	-	16 539,22	16 834,16	17 083,41
8	Cena jednostkowa usprawnienia (z podatkiem VAT)	zł/m ²	-	146,40	152,50	158,60
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	197 186,16	205 402,25	213 618,34
10	SPBT	lata	-	11,92	12,20	12,50
Opis zastosowanej metody: Zalecanym sposobem zwiększenia izolacyjności stropodachu jest jego ocieplenie z wykorzystaniem warstwy izolacyjnej, jaką jest ekofibr umieszczony w przestrzeni stropodachu, oraz wymiana izolacji wodochronnej górnej części stropodachu na wykonaną z papy termozgrzewalnej. Najkrótszy czas zwrotu inwestycji (SPBT) występuje w wariantcie nr 1, ale wymagany współczynnik oporu cieplnego $R \geq 4,50\text{ m}^2\text{K/W}$ osiąga się w wariantcie 2 przy ociepleniu przegrody warstwą materiału izolacyjnego o grubości 20 cm.						
Wartość N_u przyjęto na podstawie: Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w IV kwartale 2005 roku, Sekocenbud, analiza cen rynkowych						

7.2.4 Określenie optymalnego oporu cieplnego przegród zewnętrznych budynku		Przegroda: Stolarka okienna i drzwiowa				
Powierzchnia łączna: $A = 241,8 \text{ m}^2$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata], gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]				
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Okna bez nawiewników	Okna z nawiewnikami ręcznymi	Okna z nawiewnikami automatycznymi
1	Współczynnik przenikania, U	W/m ² K	3,50	1,70	1,70	1,70
2	Współczynnik c_r	-	1,30	1,00	0,85	0,70
3	Współczynnik c_w	-	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Współczynnik a	-	3,50	0,30	0,30	0,30
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	846,95	570,96	506,01	441,07
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0811	0,0646	0,0646	0,0646
7	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r = \Delta Q_{r \text{ ok.}} + \Delta Q_{r \text{ w}}$	zł/a	-	10 031,27	12 104,08	14 176,88
8	Cena jednostkowa wymiany okien	zł/m ²		707,60	744,20	756,40
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	171 097,68	179 947,56	182 897,52
10	SPBT	lata	-	17,06	14,87	12,90
<p>Opis zastosowanej metody:</p> <p>Optymalnym rozwiązaniem pod względem ekonomicznym i spełniającym warunki Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych dla analizowanego budynku jest wariant polegający na wymianie stolarki okiennej i drzwiowej na niskoemisyjne z szybą zespoloną o współczynniku przenikania $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ i nawiewnikami automatycznymi.</p>						
<p>Wartość N_u przyjęto na podstawie:</p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w IV kwartale 2005 roku, Sekocenbud, cenniki firm Oknoplast-Kraków i Stolarka Wołomin S.A. oraz analiza cen rynkowych</p>						

7.2.5 Określenie oszczędności energii cieplnej w związku z montażem nawiewników w istniejącej stolarnie okiennej					
Powierzchnia łączna: $A = 224,7 \text{ m}^2$		$SPBT = N_u / \Sigma \Delta O_{rU}$ [lata], gdzie: N_u – planowane koszty robót związanych ze zmniejszeniem strat ciepła przez przenikanie dla całkowitej powierzchni wybranej przegrody [zł] ΔO_{rU} – roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania usprawnienia termomodernizacyjnego, przypadająca na poszczególne z wykorzystanych źródeł energii, [zł/rok]			
Lp	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Okna z nawiewnikami ręcznymi	Okna z nawiewnikami automatycznymi
1	Współczynnik przenikania, U	W/m ² K	1,70	1,70	1,70
2	Współczynnik c_r	-	1,00	0,85	0,70
3	Współczynnik c_w	-	1,00	1,00	1,00
4	Współczynnik a	-	0,30	0,30	0,30
5	Zapotrzebowanie na ciepło, Q	GJ/a	457,17	407,83	358,49
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną, q	MW	0,0517	0,0517	0,0517
7	Roczna oszczędność kosztów, $\Delta Q_r = \Delta Q_{r \text{ ok.}} + \Delta Q_{r \text{ w}}$	zł/a	-	1 574,78	3 149,56
8	Cena jednostkowa montażu nawiewnika	zł/m ²		62,55	69,50
9	Koszt realizacji usprawnienia, N_u	zł	-	14 054,40	15 616,00
10	SPBT	lata	-	8,92	4,96
<p>Opis zastosowanej metody:</p> <p>Optymalnym rozwiązaniem pod względem ekonomicznym i spełniającym warunki Ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych dla analizowanego budynku jest wariant polegający na zainstalowaniu nawiewników automatycznych w oknach z szybami niskoemisyjnymi.</p>					
<p>Wartość N_u przyjęto na podstawie:</p> <p>Biuletyn cen regionalnych w budownictwie w IV kwartale 2005 roku, cenniki firmy Aereco oraz analiza cen rynkowych</p>					

7.3 Wybór optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- a) określenie współczynników sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego
- b) wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu ogrzewania
- c) zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ze wskazanych usprawnień
- d) wybór optymalnego wariantu poprawiającego sprawność systemu grzewczego

7.3.1 Określenie współczynników sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego

W stanie istniejącym współczynniki sprawności dla poszczególnych elementów systemu grzejnego wynoszą:

Pozycja	Opis i/lub informacja ogólna	Symbol	Wartości sprawności składowych oraz współczynników „w”
1	2	3	4
Wytwarzanie ciepła	węzeł cieplny	η_w	1,0
Przesyłanie ciepła	przewody c.o. w złym stanie technicznym	η_p	0,90
Regulacja systemu grzewczego	system o dużej bezwładności cieplnej bez zaworów termostatycznych przy elementach grzejnych, z centralną automatyką pogodową	η_r	0,832
Wykorzystanie ciepła	instalacja tradycyjna, grzejniki rozmieszczone prawidłowo	η_a	0,95
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	brak	w_t	1,00
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby	brak	w_d	1,00
Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	η_o	0,712
Sprawność instalacji c.o.	-	η_{co}	0,85
Wartość współczynnika GLR	-	GLR	0,312
Uwagi:			
-			

7.3.2 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu ogrzewania

Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznej c.o. wskazuje na konieczność jej modernizacji.

W celu zwiększenia sprawności instalacji wewnętrznej c.o. proponuje się wykonanie następujących działań:

Pozycja	Rodzaj usprawnień termomodernizacyjnych	Symbol	Wartości sprawności składowych oraz współczynników „w”	
			przed ociepleniem budynku	po ociepleniu budynku
1	2	3	4	5
Wytwarzanie ciepła	bez zmian	η_w	1,0	1,0
Przesyłanie ciepła	płukanie instalacji wewnętrznej c.o.	η_p	0,95	0,95
Regulacja systemu grzewczego	montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	η_r	0,888	0,852
Wykorzystanie ciepła	bez zmian	η_a	0,95	0,95
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	montaż układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach	w_t	1,00	1,00
Uwzględnienie wprowadzenia przerw na ogrzewanie w okresie doby	montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	w_d	0,95	0,95
Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	η_o	0,802	0,769
Sprawność instalacji c.o.	-	η_{co}	0,90	0,90
Wartość współczynnika GLR	-	GLR	0,312	0,551
Uwagi:				
-				

7.3.3 Określenie kosztów modernizacji systemu grzejącego

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych w punkcie 7.3.2.

Szacunkowe koszty inwestycyjne przedstawiono poniżej. Ceny nie zawierają podatku VAT, ceny rynkowe IV kwartał 2005 roku.

LP	Zadanie	Ilość	Materiały	Robocizna i sprzęt	Razem [M + R + S]
-	-	kpl.	zł/kpl.	zł/kpl.	zł
1	2	3	4	5	6
1.	Płukanie chemiczne instalacji wewnętrznej c.o.	1	3 500,00	1 500,00	5 000,00
2.	Montaż zaworów przygrzejnikowych termostatycznych i odcinających	161	110,00	30,00	22 540,00
3.	Montaż odpowietrzników automatycznych	40	40,00	20,00	2 400,00
4.	Roboty budowlane poinstalacyjne	1	3 700,00	5 500,00	9 200,00
5.	Projekt modernizacji instalacji c.o.	1	-	4 000,00	4 000,00
-	Razem, bez VAT	-			43 140,00
-	Razem, z VAT	-			52 630,80

Uwaga:

Dostawa układu obniżania temperatury znajduje się w gestii właściciela węzła ciepłowniczego (dostawcy ciepła).

7.3.4 Określenie efektu finansowego dla modernizacji instalacji grzewczej

Efekt finansowy przedsięwzięcia modernizacji instalacji c.o. określono w sposób następujący:

LP	Opis działania	Jedn.	Stan istniejący	Stan docelowy
1	2	3	4	5
1.	Rodzaj systemu zasilania	-	Grupowy węzeł cieplny	Grupowy węzeł cieplny
2.	Obliczeniowa moc na c.o., q co	MW	0,2529	0,2529
3.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	1 728,87	1 728,87
4.	Ogólna sprawność systemu, η_o	%	71,2%	80,2%
5.	Obniżenie zapotrzebowania na ciepło wynikające z zastosowania przygrzejnikowych zaworów termostatycznych	%	100%	95%
6.	Obniżenie tygodniowe	%	100%	100%
7.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.o. z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego, Q co	GJ/a	2 429,45	2 048,91
8.	Roczna opłata zmienna	zł/a	77 536,42	65 391,37
9.	Roczna opłata stała	zł/a	18 701,48	18 701,48
10.	Roczna opłata abonamentowa	zł/a	0,00	0,00
11.	Łączny koszt ogrzewania [8+9+10]	zł/a	96 237,89	84 092,84
12.	Efekt finansowy	zł/a		12 145,05
13.	Wielkość nakładów inwestycyjnych	zł		52 630,80
14.	SPBT [13/12]	lata		4,33

7.4 Wybór optymalnego wariantu usprawnienia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania c.w.u.

Niniejszy rozdział obejmuje:

- wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu przygotowania c.w.u.
- zestawienie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych ze wskazanych usprawnień
- wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność instalacji ciepłej wody użytkowej
- wybór optymalnego wariantu poprawiającego sprawność systemu przygotowania c.w.u.

7.4.1 Wskazanie rodzajów usprawnień termomodernizacyjnych poprawiających sprawność systemu przygotowania c.w.u.

Ocena stanu technicznego instalacji wewnętrznej c.w.u. wskazuje na konieczność jej modernizacji.

W celu zwiększenia sprawności instalacji c.w.u. proponuje się wykonanie następujących działań:

LP	Opis działania	Oczekiwany efekt
1	2	3
1.	Dostawa i montaż nowej pompy cyrkulacyjnej ciepłej wody użytkowej z zegarem	Zmniejszenie zużycia ciepła poprzez wzrost sprawności przesyłu w instalacji do wartości: $\eta_p = 60\%$
<p>Uwagi: Zgodnie z oświadczeniem Inwestora, nie należy rozpatrywać wariantu modernizacji instalacji c.w.u. polegającej na montażu kolektorów słonecznych</p>		

7.4.2 Określenie kosztów modernizacji instalacji c.w.u.

Rozpatruje się możliwość przeprowadzenia prac wyszczególnionych w punktach 7.4.1

Szacunkowe koszty inwestycyjne przedstawiono poniżej. Ceny nie zawierają podatku VAT, ceny rynkowe IV kwartał 2005 roku.

LP	Zadanie	Ilość	Materiały	Robocizna i sprzęt	Razem [M + R + S]
-	-	szt.	zł/szt.	zł/szt.	zł
1	2	3	4	5	6
1.	Dostawa i montaż nowej pompy cyrkulacyjnej ciepłej wody użytkowej z zegarem	1	2 200,00	300,00	3 500,00
-	Razem instalacja c.w.u., bez VAT	-			3 500,00
-	Razem instalacja c.w.u., z VAT	-			4 270,00

7.4.3 Określenie efektu finansowego dla modernizacji instalacji c.w.u.

Efekt finansowy przedsięwzięcia modernizacji instalacji c.w.u. określono w sposób następujący:

LP	Opis działania	Jedn.	Stan istniejący	Stan docelowy
1	2	3	4	5
1.	Rodzaj systemu zasilania	-	Grupowy węzeł ciepłowniczy	Grupowy węzeł ciepłowniczy
2.	Obliczeniowa moc na c.w.u., q_{cwu}	MW	0,0570	0,0570
3.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. bez uwzględniania sprawności instalacji c.w.u., Q_{cwu}	GJ/a	502,44	502,44
4.	Sprawność źródła wykorzystywanego do podgrzania c.w.u., η_k	%	100%	100%
5.	Sprawność układu przesyłu c.w.u., η_p	%	50%	60%
6.	Zapotrzebowanie na ciepło na c.w.u. z uwzględnieniem sprawności instalacji, Q_{cwu}	GJ/a	1 004,88	837,40
7.	Roczna opłata zmienna	zł/a	32 070,95	26 725,79
8.	Roczna opłata stała	zł/a	4 214,28	4 214,28
9.	Roczna opłata abonamentowa	zł/a	-	-
10.	Łączny koszt ogrzewania [7 + 8 + 9]	zł/a	36 285,23	30 940,07
11.	Efekt finansowy	zł/a		5 345,16
12.	Wielkość nakładów inwestycyjnych	zł		4 270,00
13.	SPBT [12/11]	lata		0,80
Uwaga:				
-				

7.5 Zestawienie optymalnych usprawnień w kolejności rosnącej wartości SPBT (z uwzględnieniem usprawnień termomodernizacyjnych mających na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło na pokrycie strat przenikania przez przegrody budowlane i ogrzanie powietrza wentylacyjnego oraz na przygotowanie ciepłej wody użytkowej)

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót brutto [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4
1	Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.	4 270,00	0,80
2	Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w oknach z szybami niskoemisyjnymi	15 616,00	4,96
3	Ocieplenie stropodachu budynku z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm, oraz wymiana poszycia dachowego	205 402,25	12,20
4	Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej typu „Stolbud”	182 897,52	12,90
5	Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych metodą mokrą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm	54 161,90	13,16
6	Ocieplenie ścian zewnętrznych osłonowych metodą mokrą lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm	215 251,92	13,49
-	Razem [od 1 do 6]:	677 599,59	-
Uwaga:			
-			

7.6 Rodzaje usprawnień termomodernizacyjnych składające się na optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiający sprawność systemu grzewczego

Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowany koszt robót brutto [zł]	SPBT [lat]
1	2	3	4
1	Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.	52 630,80	4,33
Uwaga:			
-			

7.7 Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

7.7.1 Określenie wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Rozpatruje się następujące warianty przedsięwzięć termomodernizacyjnych, które zostały ustalone na podstawie rosnącej wartości SPBT.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 15.01.2002 r., każdy z analizowanych wariantów powinien obejmować optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego.

Nr wariantu	Zakres
1	2
Wariant 1	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarni okiennej• Ocieplenie stropodachu wentylowanego z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm, oraz wymiana poszycia dachowego• Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej w budynku• Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych metodą moką lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm• Ocieplenie ścian zewnętrznych osłonowych metodą moką lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm
Wariant 2	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarni okiennej• Ocieplenie stropodachu wentylowanego z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm, oraz wymiana poszycia dachowego• Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej w budynku• Ocieplenie ścian zewnętrznych szczytowych metodą moką lekką z zastosowaniem warstwy styropianu Termo-λ o grubości 10 cm

Nr wariantu	Zakres
1	2
Wariant 3	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarce okiennej• Ocieplenie stropodachu wentylowanego z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm, oraz wymiana poszycia dachowego• Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej w budynku
Wariant 4	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarce okiennej• Ocieplenie stropodachu wentylowanego z zastosowaniem warstwy ekofibru o grubości 20 cm, oraz wymiana poszycia dachowego
Wariant 5	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.• Montaż nawiewników sterowanych automatycznie w istniejącej stolarce okiennej
Wariant 6	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.• Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.
Wariant 7	<ul style="list-style-type: none">• Modernizacja węzła i instalacji wewnętrznej c.o.
Uwagi: -	

7.7.2. Roczne oszczędności przewidziane do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wg wariantu 1

Wielkość roczne oszczędności przewidzianych do uzyskania w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wg wariantu 1 oblicza się ze wzoru:

$$\Delta O_r = (w_{t0} w_{d0} Q_{0co} / \eta_0 + O_{0cw}) O_{0z} - (w_{t1} w_{d1} Q_{1co} / \eta_1 + O_{1cw}) O_{1z} + 12 [(q_{0m} + q_{0cw}) O_{0m} - (q_{1m} + q_{0cw}) O_{1m}] + 12 (Ab_0 - Ab_1) \quad [\text{zł/rok}]$$

gdzie:

$\eta_0 =$	71,2%	sprawność ogrzewania przed termomodernizacją
$\eta_1 =$	76,9%	sprawność ogrzewania po termomodernizacji
$w_{t0} =$	100,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia przed termomodernizacją
$w_{d0} =$	100,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby przed termomodernizacją
$w_{t1} =$	100,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie tygodnia po termomodernizacji
$w_{d1} =$	95,0%	współczynnik uwzględniający przerwy w ogrzewaniu w okresie doby po termomodernizacji
$q_{0m} =$	0,2529 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. <u>przed</u> termomodernizacją
$q_{1m} =$	0,1100 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o. <u>po</u> termomodernizacji
$q_{0cw} =$	0,0570 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. <u>przed</u> termomodernizacją
$q_{1cw} =$	0,0570 MW	zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.w. <u>po</u> termomodernizacji
$Q_{0co} =$	1 728,87 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. <u>przed</u> termomodernizacją
$Q_{1co} =$	777,18 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.o. <u>po</u> termomodernizacji
$Q_{0cw} =$	1 004,88 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. <u>przed</u> termomodernizacją
$Q_{1cw} =$	837,40 GJ/a	zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby c.w. <u>po</u> termomodernizacji

Po podstawieniu wartości, uzyskamy:

$$\Delta O_r = 62 781,79 \text{ [zł/rok]}$$

Wartość miesięcznych oszczędności przewidzianych do uzyskania w wyniku realizacji przedmiotowego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego wyniesie:

$$\Delta O_{rm} = \Delta O_r / 12 = 5 232,48 \text{ [zł/m-c]}$$

Planowane koszty całkowite w wariantcie I wynoszą $N = 730\,230,39$ zł – w tej kwocie zawierają się koszty opracowania audytu oraz niezbędnej dokumentacji technicznej wraz z uzgodnieniami.

Prosty czas zwrotu inwestycji oblicza się ze wzoru:

$$SPBT = N/\Delta O_r = 730\,230,39 / 62\,781,79 = 11,6 \text{ [lat]},$$

gdzie:

ΔO_r - roczna oszczędność kosztów energii wynikająca z zastosowania przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, zł/rok

N - planowane koszty robót, zł

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energetyczny [%]	Efekt ekonomiczny [zł/rok]	Wysokość środków własnych Wysokość kredytu	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
1	2	3	5	2	6	7
1	<ul style="list-style-type: none"> • Modernizacja węzła i instalacji c.o. • Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u. • Ocieplenie ścian zewnętrznych osłonowych i szczytowych metodą moką lekką • Ocieplenie stropodachu wentylowanego budynku • Wymiana stolarki okiennej i drzwiowej typu „Stolbud” • Montaż automatycznych nawiewników w istniejących oknach z szybami niskoemisyjnymi 	730 230,39	47,6%	62 781,79	146 046,08 584 184,31	5 232,48 – 5 432,29 = – 199,81

Efekt energetyczny wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta Q_e = 1 - (w_{t1}w_{d1}Q_{1co}/\eta_1 + O_{1cw}) / (w_{t0}w_{d0}Q_{0co}/\eta_0 + O_{0cw})$$

Wielkość miesięcznej spłaty raty kapitałowej wraz z odsetkami została obliczona przy założeniu wielkości stopy procentowej kredytu $r = 8,50\%$ (WIBOR 3m + marża bankowa 2,7%) z następującego wzoru:

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 5\,432,29 \text{ zł}$$

gdzie: $q = 1 + r/12 = 1,0071$

$m = 120$ – długość okresu kredytowania wyrażona w miesiącach

$S = 584\,184,31 \text{ zł}$ – kwota kredytu

Ponieważ powyższy wariant nie spełnia wymagań Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121), wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 20 % wartości inwestycji, przeanalizowano go z udziałem własnym Inwestora podwyższonym do kwoty 167 533,63 zł, tj. do 22,9% całkowitej wartości inwestycji.

LP	Wariant (opis) przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite [zł]	Efekt energetyczny [%]	Efekt ekonomiczny [zł/rok]	Wysokość środków własnych	Różnica między 1/12 rocznej oszczędności kosztów ciepła, a miesięczną ratą kredytu + odsetki [zł/m-c]
					Wysokość kredytu	
1	2	3	5	2	6	7
1	Zakres jw.	730 230,39	47,6%	62 781,79	167 533,63	5 232,48 – 5 232,48 =
					562 696,76	0,00

$$A = 0,75 * S * q^m * (q - 1) / (q^m - 1) = S * 0,009299 = 5\,232,48 \text{ zł}$$

gdzie: $q = 1 + r/12 = 1,0071$

$m = 120$ – długość okresu kredytowania wyrażona w miesiącach

$S = 562\,696,76 \text{ zł}$ – kwota kredytu

Reasumując, analizowany wariant inwestycji spełnia wymagania Ustawy z dnia 18.12.1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz. Ust. Nr 162, poz. 1121), wraz ze zmianami Ustawy z dnia 21.06.2001 roku (Dz.U. Nr 76, poz. 808) przy udziale własnym Inwestora równym 167 533,63 zł, tj. 22,9% wartości inwestycji.

8. Opis optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

8.1 Opis robót

Na podstawie dokonanej oceny, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w przedmiotowym budynku ocenia się wariant I obejmujący następujące usprawnienia:

1. **Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą mokrą lekką z wykorzystaniem jako izolacji termicznej styropianu o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$ (np. Termo- λ firmy Termo-Organika) o grubości 10 cm.**

W celu uniknięcia powstawania mostków cieplnych, elementy dekoracyjne oraz ościeża drzwi i okien należy ocieplić styropianem jw. o grubości 2 cm.

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie na elewacji.

2. **Ocieplenie stropodachu poprzez umieszczenie w przestrzeni stropodachu warstwy granulowanej wełny mineralnej lub ekofibru o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,052 \text{ W/m}^2\text{K}$ i grubości 20 cm.**

Równocześnie w celu odtworzenia należytej izolacji przeciwwilgociowej ochraniającej izolację termiczną przed zawilgoceniem, niezbędny jest remont dachu polegający na:

- demontażu istniejącego poszycia dachowego z papy asfaltowej,
- naprawieniu płyt korytkowych oraz zamurowaniu otworów służących do umieszczenia w przestrzeni stropodachu izolacji termicznej
- ułożenie izolacji przeciwwilgociowej składającej się z papy podkładowej i wierzchniej warstwy papy termozgrzewalnej.

W ramach prac należy wymienić obróbki blacharskie.

3. **Wymiana tradycyjnej stolarki okiennej i drzwiowej na stolarkę z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku przenikania ciepła dla szyby – $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, dla całego okna i dla drzwi – $U = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ i nawiewnikami automatycznymi.**
4. **Montaż nawiewników automatycznych w stolarce okiennej z szybami niskoemisyjnymi – założono montaż jednego nawiewnika w każdym oknie**
5. **Modernizacja węzła cieplnego i instalacji wewnętrznej c.o.**

Należy zrealizować następujące zadania:

- modernizacja węzła cieplowniczego polegająca na uruchomieniu układu umożliwiającego czasowe obniżenie temperatury w niewykorzystywanych pomieszczeniach (dostawa PEC Wyszki),
- płukanie chemiczne instalacji wewnętrznej c.o.,

- montaż automatycznych odpowietrzników na pionach c.o.,
- montaż przygrzejnikowych zaworów termostatycznych (w głowicę termostatyczną nie będą wyposażone zawory w pomieszczeniach ogólnodostępnych).

5. Modernizacja instalacji wewnętrznej c.w.u.

W ramach prac należy dostarczyć i zainstalować układ sterowania czasowego pompy cyrkulacyjnej c.w.u.

8.2 Charakterystyka finansowa przedsięwzięcia

- | | | |
|----|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1) | Szacunkowy koszt robót wyniesie: | 730 230,39 zł (brutto) |
| 2) | Udział środków własnych: | 167 533,63 zł, tj. 22,9% wartości inwestycji |
| 3) | Kredyt bankowy: | 562 696,76 zł, tj. 77,1% wartości inwestycji |
| 4) | Premia termomodernizacyjna: | 140 674,19 zł, tj. 25% wartości kredytu |
| 5) | Rata miesięczna (przy $r = 8,50\%$): | 5 232,48 zł |

Zgodnie z Art. 4 Ustawy, premia termomodernizacyjna przysługuje inwestorowi, jeżeli ze zweryfikowanego audytu wynika, że:

- 1) Kredyt udzielony na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego nie przekroczy 80% wartości inwestycji, a okres spłaty kredytu pomniejszonego o premię termomodernizacyjną nie przekroczy 10 lat,
- 2) miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są mniejsze od raty kapitałowej powiększonej o należne odsetki i nie są większe od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii, uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

Określenie kryteriów spełnienia warunków Art. 4 Ustawy:

LP	Określenie kryterium	Spełnienie kryterium	Uzasadnienie
1.	Udział kredytu w wartości inwestycji nie większy niż 80%	TAK	Do obliczeń przyjęto udział banku kredytującego na poziomie 77,1%
2.	Okres spłaty kredytu z odsetkami nie powinien przekroczyć 10 lat	TAK	Do obliczeń przyjęto okres kredytowania $m = 120$ miesięcy
3.	Miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są mniejsze od raty kapitałowej powiększonej o należne odsetki	TAK	Do obliczeń przyjęto miesięczną spłatę kredytu wraz z odsetkami równą racie kapitałowej powiększonej o należne odsetki
4.	Miesięczne spłaty kredytu wraz z odsetkami nie są większe od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii, uzyskanych w wyniku realizacji przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	TAK	Miesięczna spłata kredytu wraz z odsetkami jest nie większa od równowartości 1/12 kwot rocznych oszczędności kosztów energii

Analizowane przedsięwzięcie spełnia oczekiwania Inwestora, którego zaangażowane środki własne wyniosą nie więcej niż 200 000,00 zł.

8.3 Dalsze działania inwestora.

- 1) Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
- 2) Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
- 3) Realizacja robót i odbiór techniczny.
- 4) Wystąpienie do banku o przekazanie premii termomodernizacyjnej.
- 5) Zmiana umowy z dostawcą ciepła w związku ze zmniejszonym zapotrzebowaniem ciepła i mocy.
- 6) Ocena rezultatów przedsięwzięcia.

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik nr 1 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej
- Załącznik nr 2 – Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego
- Załącznik nr 3 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła przed termorenowacją – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 4 – Obliczenie zapotrzebowania ciepła po termorenowacji – wydruk z programu komputerowego Audytor OZC 3.0
- Załącznik nr 5 – Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata

Załącznik nr 1

Obliczenie zapotrzebowania ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej

Założenia:

Zużycie c.w.u. o temperaturze 55 °C dla hoteli i pensjonatów z ogólnymi natryskami: $q_j = 40 \text{ kg/d}$.

Ilość mieszkańców bursy: $U_j = 200$

Zgodnie z polską normą PN-92/B-01706, średnie dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę oblicza się ze wzoru:

$$q_{d\acute{s}r} = \sum U_j \times q_j = 8\,000 \text{ dm}^3/\text{d}$$

Średnie godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową oblicza się ze wzoru:

$$q_{h\acute{s}r} = q_{d\acute{s}r} / \tau = 1\,000,0 \text{ dm}^3/\text{h}$$

gdzie:

$\tau = 8 \text{ h}$ – czas użytkowania instalacji c.w.u.

Moc zamówiona na potrzeby przygotowania c.w.u. będzie równa

$$q_{cwu} = q_{h\acute{s}r} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 57,0 \text{ kW}$$

gdzie:

$c_w = 4,187 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ – ciepło właściwe wody

$\rho = 980 \text{ kg/m}^3$ – gęstość wody

$t_c = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ – temperatura wody ciepłej

$t_z = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ – temperatura wody zimnej

Roczne zapotrzebowanie energii cieplnej do podgrzania c.w.u. – bez uwzględniania sprawności instalacji – wynosi:

$$Q_{cwu} = 300 \times q_{d\acute{s}r} \times c_w \times \rho \times (t_c - t_z) = 502,44 \text{ GJ/rok}$$

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Wentylacja grawitacyjna budynku głównego i łącznika:

W budynku głównym znajdują się węzły sanitarne o łącznej kubaturze 330,6 m³

Do obliczeń wentylacji wywiewnej przyjęto $n = 5,0 \text{ h}^{-1}$ wymian powietrza w pomieszczeniach jw., zatem łączny strumień powietrza wentylacyjnego usuwanego z węzłów sanitarnych wyniesie:

$$\Psi_1 = 1\,653 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Równocześnie, zgodnie z polską normą PN-83/B-03430 i zmianą PN-83/B-03430/Az3 z lutego 2000 r., strumień objętości powietrza wentylacyjnego usuwanego z pomieszczeń użyteczności publicznej przypadający na jednego użytkownika nie powinien być niższy niż 20 Nm³/h.

Budynek jest wykorzystywany jednocześnie przez $N = 240$ użytkowników, zatem strumień powietrza wywiewnego obliczony wg powyższej metody powinien wynosić 4 800 Nm³/h.

Do obliczeń przyjęto wartość wyższą, tj. $\Psi_1 = 4\,800 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Wentylacja mechaniczna w węźle kuchennym:

W budynku znajduje się węzeł kuchenny o powierzchni równej $A = 70,7 \text{ m}^2$.

Przyjęto wymianę powietrza w pomieszczeniach jw. równą 90,0 m³/h/m² pomieszczenia, zatem łączny docelowy strumień powietrza wentylacyjnego usuwanego z pomieszczeń kuchennych powinien wynosić:

$$\Psi_3 = 114,0 \times 90 = 10\,260 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Obecnie w węźle kuchennym nie ma zainstalowanej wentylacji mechanicznej, wentylacja odbywa się grawitacyjnie z zastosowaniem lokalnych wyciągów i okapów, a szacowana ilość wymian powietrza jest równa $n = 2,0 \text{ h}^{-1}$, co z uwzględnieniem stołówki odpowiada strumieniowi powietrza wentylacyjnego równemu:

$$\Psi_2 = 2\,490 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Ponieważ modernizacja węzła kuchennego nie jest planowana w ramach niniejszego przedsięwzięcia termomodernizacyjnego, do obliczeń przyjęto aktualną wartość strumienia powietrza wywiewnego z pozostawieniem w kotłowni rezerwy na c.t. dla potrzeb węzła kuchennego .

Podsumowanie

Łączna powierzchnia okien i drzwi w budynku internatu wynosi 466,5 m², z czego 52%, tj. 241,8 m² przypada na stolarkę typu „Stolbud” o współczynniku $c_r = 1,3$, zaś pozostałą część – na nowoczesne okna z szybami niskoemisyjnymi o współczynniku $c_r = 1,0$.

Ilość powietrza wentylacyjnego przed wymianą stolarki okiennej i drzwiowej wynosi:

$$\Psi_0 = (0,52 \times 1,3 + 0,48 \times 1,0) \times (4\,800 + 2\,490) = 8\,427 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

Załącznik nr 3

Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania przed termomodernizacją.

Załącznik nr 4

Obliczenie zapotrzebowania ciepła do ogrzewania
po termomodernizacji.

Załącznik nr 5

Plan budynku z usytuowaniem w stosunku do stron świata